ARTICULATA 2012 27 (1/2): 29–34 BIOLOGIE

Diurnale Schlupfstreuung bei *Chorthippus parallelus* (Zetterstedt) (Caelifera: Acrididae)

Günter Köhler

Abstract

The hatching of a total of 914 first instar larvae of the meadow grasshopper *Chorthippus parallelus* (Zetterstedt) was registered over 7 days, each divided into five periods of time. Summarized over this week, about 10% hatched in the morning (8-10 o'clock), 30% from 10-12, 20% each from 12-14 and 14-16, and the remaining from 16-8 o'clock (but mainly in the afternoon). These time related hatching percentages changed considerably both from day to day and in eggs from female to female (each mating with only one male). This scattered hatching should reduce the predation pressure on the subpopulation of first instar larvae. The few Orthoptera species hitherto studied in this respect (Table 1) show rather different hatching patterns, with Caelifera only hatching during the day.

Zusammenfassung

Bei einer Eipopulation von *Chorthippus parallelus* (Zetterstedt) wurde die tageszeitliche Schlupfstreuung der Erstlarven (n = 914) über 7 Tage registriert. Über den gesamten Zeitraum betrachtet, schlüpften etwa 10% am Morgen (8-10 Uhr), 30% von 10-12 Uhr und jeweils 20% von 12-14 Uhr und 14-16 Uhr, die restlichen von 16-8 Uhr (wohl meist noch am Nachmittag). Die Verteilungen unterschieden sich sowohl von Tag zu Tag als auch bei Eiern zweier (einmalig verpaarter) Weibchen. Diese breite Streuung dürfte den Räuberdruck auf die Teilpopulation der Erstlarven verringern. Die wenigen diesbezüglich untersuchten Heuschreckenarten (Tab. 1) zeigen recht verschiedene Schlupfmuster, wobei Caelifera durchweg tagsüber schlüpfen.

Einleitung

Die ausgesprochen breite Euryökie mancher Heuschreckenarten (in geografischer, altitudinaler, habitatbezogener und anthropogener Hinsicht) ist zwar weithin gut bekannt, doch sind die zugrundeliegenden ökologischen Eigenheiten in ihrer Variabilität und ihrem Zusammenspiel erst ansatzweise verstanden. Gerade aufgrund seiner weiten Verbreitung und guten Händelbarkeit wurde der Gemeine Grashüpfer, *Chorthippus parallelus*, in der aktuellen Biodiversitätsforschung einmal mehr zu einer Modellart, an der experimentelle Untersuchungen zeigten, dass die habitatbezogene Pflanzen- und damit vor allem Nahrungsdiversität die Fitness seiner Populationen beeinflussen kann (FRANZKE et al. 2010, UNSICKER et al. 2010). Dies verstellt allerdings den Blick auf einflussreichere Lebenszyklusparameter, von denen besonders der phänologischen Streuung eine entscheidende populationssichernde Bedeutung zukommen dürfte, weil so durch pessi-

male Umwelteinflüsse (wie Regenperioden, Kälteeinbrüche, Feinde) immer nur Teilpopulationen dezimiert werden. So zeigte sich bei *Ch. parallelus* im Freiland eine breite saisonale Streuung eines sich über zwei Monate hinziehenden, witterungsmodifizierten Erstlarvenschlupfes (doch mit einer Hauptphase), die bereits unter konstanten Laborbedingungen, und daher wohl weitgehend genetisch bedingt, festzustellen war (KÖHLER 1984). Während dieser saisonale Eischlupf bei Heuschreckenarten halbwegs gut bekannt ist, weiß man über das tageszeitliche Schlupfgeschehen vergleichsweise wenig. Wie nun die gerade erwähnte Untersuchung aber noch zeigte, lag dem saisonalen Schlupfpolymorphismus eine beträchtliche tageszeitliche Schlupfstreuung zugrunde. Diese bislang unveröffentlichten, wenngleich recht alten Befunde aus meinen orthopterologischen Anfangsjahren sollen im vorliegenden Beitrag thematisiert werden, ist doch die diurnale "Schlupfrhythmik" nach wie vor erst bei wenigen Heuschreckenarten überhaupt untersucht (vgl. Tab. 1) und bei solchen aus Mitteleuropa vermutlich noch nie registriert worden.

Material und Methode

Im Leutratal bei Jena am 15.08.1980 gekescherte *Ch. parallelus* (Imagines, Juvenile) wurden in vier Käfigen an *Dactylis glomerata* bis zum 03.11. im Gewächshaus gehalten. In dieser Zeit legten die insgesamt 56 adulten Weibchen 216 Ootheken in feuchtgehaltene Erde/Sand-Schalen. Die Ootheken blieben noch bis zum 28.11. in Wärme, um die Prädiapause-Entwicklung auch der zuletzt abgelegten Eier noch zu gewährleisten. Nach vier Monaten Kühle (Ø 5 °C) kamen sie am 23.03.81 in einen fensterlosen Kellerraum, wo sie unter weitgehend konstanter Temperatur (18,5 °C) und Langtag (L18:D6) schlüpften (KÖHLER 1984). Zur Zeit des Hauptschlupfes wurde über acht Tage vom 13.-21.04.81 das jeweilige tageszeitliche Erscheinen von 914 Erstlarven während fünf Zeitintervallen (8-10, 10-12, 12-14, 14-16 und 16-8 Uhr) registriert. Die Auswertung erfolgte im Mittel über alle sieben Tage sowie auch tageweise getrennt. Das Weibchenalter und der Ablagezeitpunkt hatten auf den tageszeitlichen Schlupf keinen Einfluss.

Ergebnisse

Fasst man die jeweiligen zeitlichen Schlupfanteile für alle sieben aufeinander folgenden Tage zusammen, schlüpften etwa 10% der Erstlarven von 8-10 Uhr, 30% von 10-12 Uhr, jeweils 20% von 12-14 und 14-16 Uhr und die restlichen zwischen 16 Uhr am Nachmittag und 8 Uhr am kommenden Morgen (nach gelegentlichen Kontrollen meist noch am selben Nachmittag) (Abb. 1). Somit verteilte sich der Schlupf zwar zu etwa gleichen Anteilen vor und nach der (im Juni normalerweise zu erwartenden) Temperaturspitze, wies aber ein deutliches Maximum um die Mittagszeit auf (Abb. 1). An einzelnen Tagen ergaben sich jeweils etwas andere Verteilungen, indem die meisten Erstlarven einmal vor dem Mittag (Tag 5), ein andermal mitten am Nachmittag (Tag 3), dann wieder über den Tag verteilt (Tag 2 und 4) schlüpften, während durchweg ein frühes Tagesmaximum fehlte (Abb. 2). Weiterhin unterschieden sich sogar die Nachkommen einzelner Weibchen (Pärchen) in ihrem tageszeitlichen Schlupf (Abb. 3).

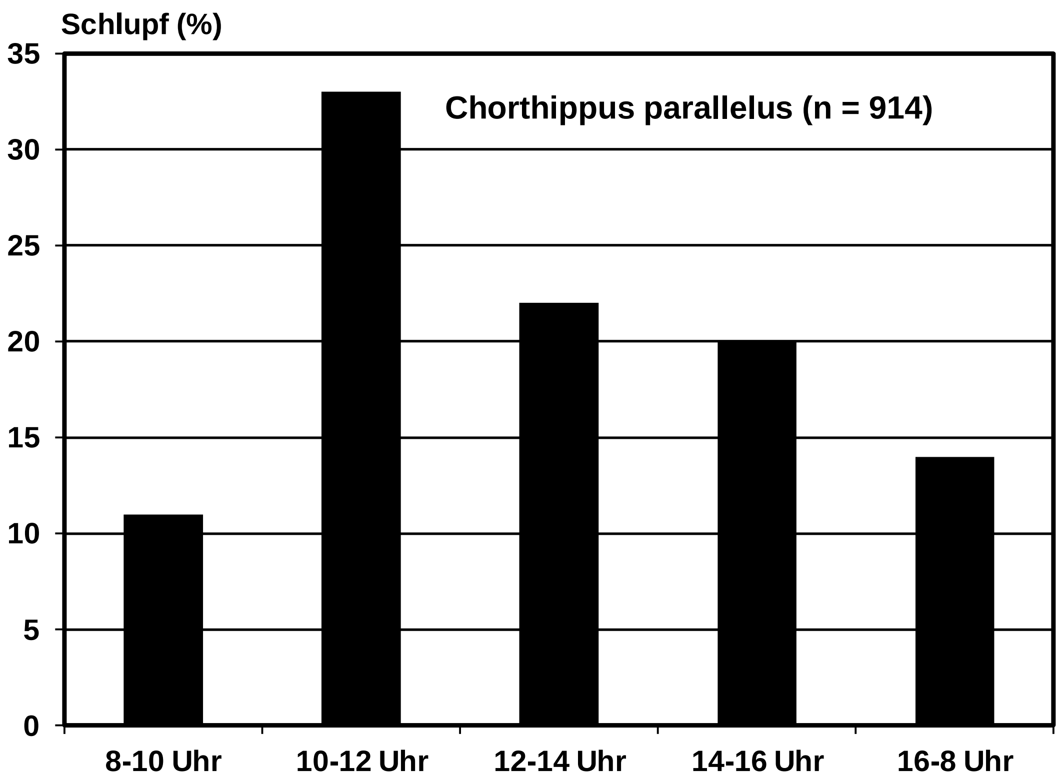


Abb. 1: Tageszeitliche Schlupfanteile (aller 7 Tage zusammen) aus Eiern von *Ch. parallelus*; 18,5°C und L18:D6.

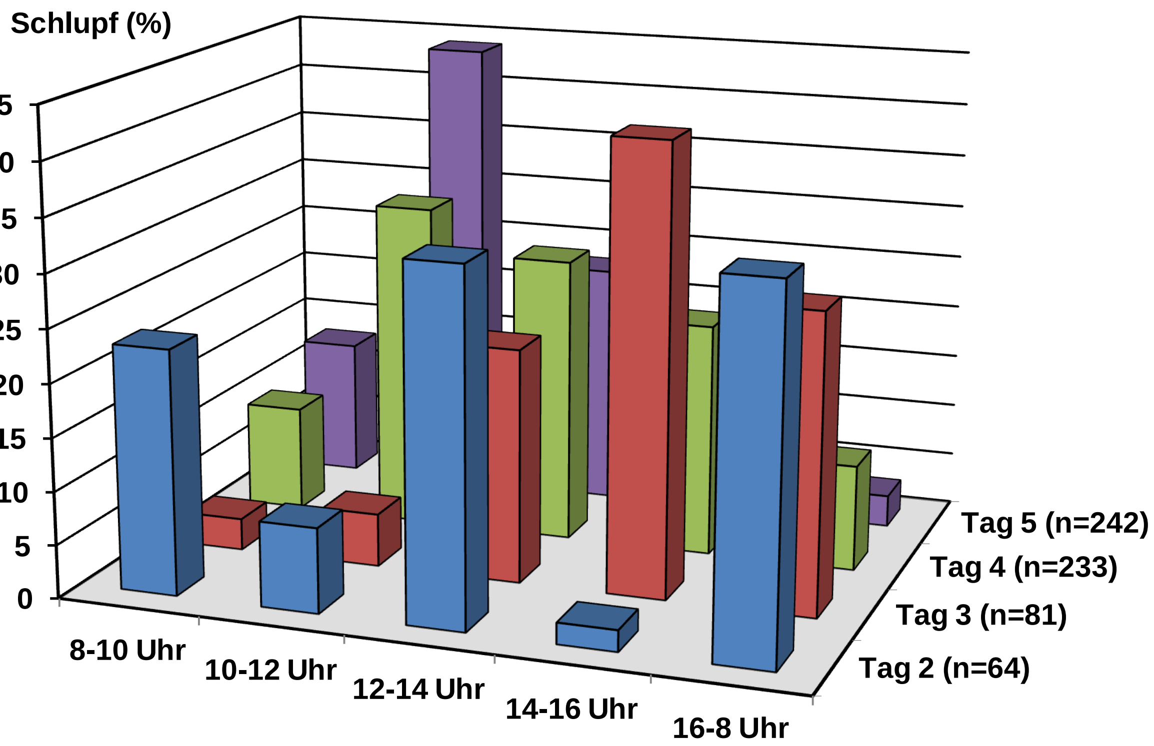


Abb. 2: Tageszeitliche Schlupfanteile an vier aufeinanderfolgenden Tagen aus Eiern von *Ch. parallelus*; 18,5°C und L18:D6.

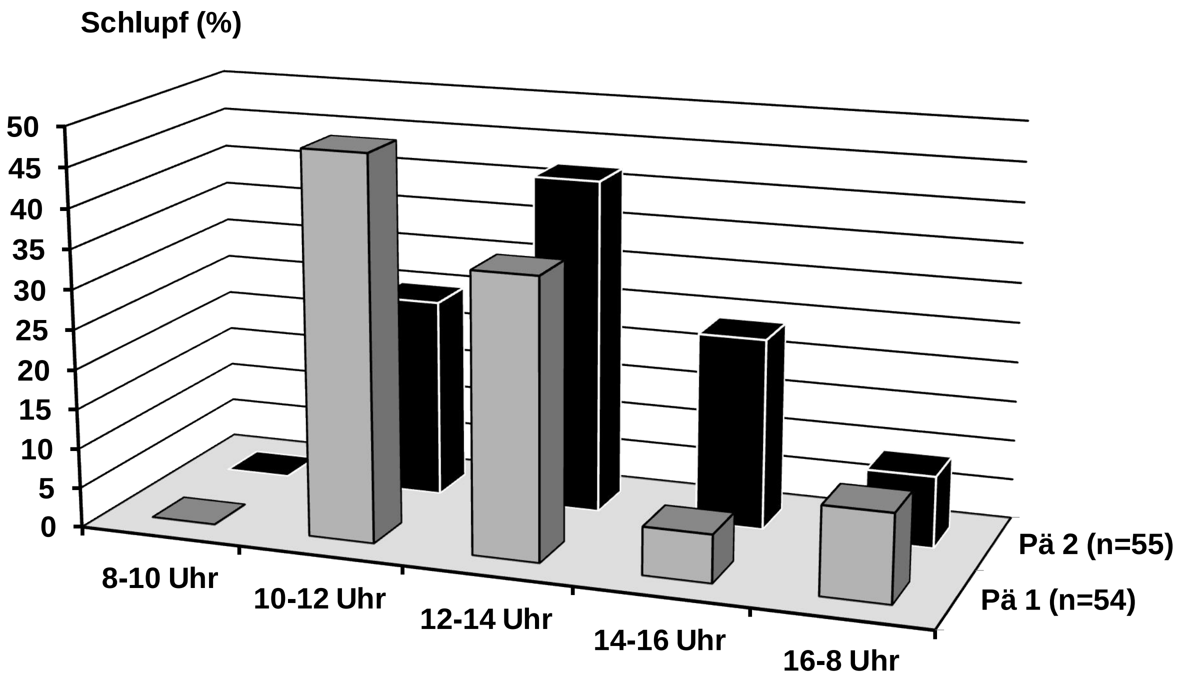


Abb. 3: Mittlere tageszeitliche Schlupfanteile aus Eiern zweier Weibchen (Pärchen 1 und 2) von *Ch. paralleus*; 18,5°C und L18:D6.

Diskussion

Ziel des hier ausgewerteten Laborexperiments war es, den Schlupf aus *Chorthippus*-Eiern während einer phänologisch möglichst realistischen Photoperiode, bei allerdings weitgehend konstanten Temperaturen, zu verfolgen. Es ist aber anzunehmen, dass auch das Lichtsignal für die eingegrabenen Ootheken irrelevant war, so dass sich eine wohl weitgehend, einer angeborenen eispezifischen Prädisposition folgende, tageszeitliche Schlupfstreuung in der Eipopulation zeigte. Dagegen sind Aussagen über den weiteren Einfluss verschiedener, auch wechselnder Photo- und Thermoperioden auf den Eischlupf nicht möglich. Es ist jedoch zu erwarten, dass sich der Hauptschlupf in Wildpopulationen unter fluktuierenden Tagestemperaturen weiter auf die frühnachmittäglichen Temperaturspitzen konzentriert. Eine, wenn auch unterschiedliche Synchronisierung des Tagesschlupfes mit dem Temperaturverlauf zeigten auch *Gomphocerus sibiricus* (RUBTZOV 1935) und *Schistocerca gregaria* (UVAROV 1977, PADGHAM 1981). Als ökologische Folge einer solchen Schlupfstreuung erscheinen die Erstlarven nicht alle zur selben Tageszeit, was den Räuberdruck auf deren Teilpopulation verringern dürfte. Freilich ist bislang weder bekannt, zu welchen Tageszeiten *Ch. parallelus* im Freiland schlüpft noch wie sich der entsprechende Druck der (weitgehend unbekannten) Räuber über den Tag verteilt.

Die wenigen Arbeiten zum tageszeitlichen Eischlupf bei Heuschrecken wurden teils schon in den 1960/70er Jahren publiziert, als die Erforschung der Biorhythmen auf breiter Ebene ihre Blütezeit hatte. Dabei ging es vorrangig um die Suche nach den schlupfauslösenden abiotischen Umweltfaktoren. In einer vorherigen, breit angelegten zusammenfassenden Studie konnte bereits REMMERT (1962)

resümieren, dass bei allen (holometabolen) Insektengruppen rhythmisches (als Prädispositionen) gegenüber arythythmischem Schlüpfen (hier nur aus Puppen) die Regel ist, mit deutlichen Maxima am Tage, wobei vor allem Licht als Zeitgeber auf die schlupfsteuernde innere Uhr wirkt. Für die Heuschrecken sind nun in Tab. 1 die groben Schlupfcharakteristika bei 12 weiteren Arten aus fünf Familien angegeben, wobei diese sichtlich recht unterschiedlichen Mustern folgen. So schlüpfen einige Ensifera bevorzugt während der Dunkelheit (vgl. ARAI 1999), während nahezu alle Caelifera ziemlich verstreut am Tage schlüpfen. Dabei wurden (Vor)mittagsspitzen, wie bei *Chorthippus parallelus*, noch bei *Gomphocerus sibiricus*, *Camnula pellucida*, und *Patanga japonica* (mit zweitem Nachmittagsmaximum) registriert (Tab. 1). Für diese Arten trifft zumindest das 'diurnale' des Schlupfes zu, während eine bestimmte 'Rhythmik' nicht zu erkennen ist.

Tab. 1: Tageszeitliche Schlupfcharakteristik von Heuschrecken unter jahreszeitlich relevanten Photoperioden und Temperaturen. Schlupf aber auch experimentell beeinflussbar.

Taxon	**Land**	**Schlupfcharakteristik**	**Autoren**
Ensifera			
Homorocoryphus jezoensis	Japan	In später Dunkelphase	ARAI (1998)
Eobiana engelhardti subtropica (syn. *Metrioptera hime*)	Japan	Innerhalb 2 h nach Licht-an	ARAI (1977, 1979a)
Gampsocleis buergeri	Japan	In Dunkelheit (nach Licht-aus)	ARAI (1979b)
Gryllus bimaculatus	Laborzucht	Überwiegend in Dunkelphase	TOMIOKA et al. (1991)
Poecilimon veluchianus	Griechenland	nach Licht-an bzw. 12 h Dunkelphase	REINHOLD (1998)
Caelifera			
Zonocerus variegatus	Nigeria	Verstreut mit Mittagsmaximum (T-Max.)	IHEAGWAM (1981)
Patanga japonica	China	Hauptschlupf 8-11 / 16-18 Uhr	ZHAI (1985)
Schistocerca gregaria	Laborzucht	Vor/nach Morgendämmerung	UVAROV (1977), PADGHAM (1981)
Melanoplus bivittatus	Kanada	Verstreut über den Tag	PICKFORD (1976)
Camnula pellucida	Kanada	Verstreut mit Vormittags-maximum (T-Anstieg)	PICKFORD (1966)
Gomphocerus sibiricus	Rußland	Verstreut mit Vor-Mittag-Max. (warmer Sonnentag) oder Nachmittagsplateau (kühler Wolkentag)	RUBTZOV (1935)
Chorthippus parallelus	Deutschland	Verstreut mit Maximum um Mittag	KÖHLER (2012)

Verfasser:
Prof. Dr. Günter Köhler
FSU Jena, Institut für Ökologie
Dornburger Str. 159
07743 Jena
E-Mail: Guenter.Koehler@uni-jena.de

Literatur

ARAI, T. (1977): Effects of daily cycle of light and temperature on hatchability and hatching time in *Metrioptera hime* Furukawa (Orthoptera: Tettigoniidae). – Kontyû, Tokyo 45: 107-120.

ARAI, T. (1979a): Effects of light-on and light-off on the hatching time in *Metrioptera hime* Furukawa (Orthoptera: Tettigoniidae). – Kontyû, Tokyo 47 (1): 66-77.

ARAI, T. (1979b): Effects of daily cycles of light and temperature on hatching in *Gampsocleis buergeri* de Hann (Orthoptera: Tettigonidae). – Japanese Journal of Ecology 29: 49-55.

ARAI, T. (1998): Effects of photoperiod and thermoperiod on hatching rhythm in *Homorocoryphus jezoensis* Matsumura et Shiraki (Orthoptera: Tettigoniidae). – Entomological Science 1 (4): 491-494.

ARAI, T. (1999): Photoperiodic and thermoperiodic control of hatching time in katydids. – Entomological Science 2 (4): 641-650.

FRANZKE, A., UNSICKER, S.B., SPECHT, J., KÖHLER, G. & W.W. WEISSER (2010): Being a generalist herbivore in a diverse world: how do diets from different grasslands influence food plant selection and fitness of the grasshopper *Chorthippus parallelus*? – Ecological Entomology 35: 126-138.

IHEAGWAM, E.U. (1981): On some aspects of the biology of immature stages of the grasshopper pest, *Zonocerus variegatus* L (Orthopt., Pyrgomorphidae). – Zeitschrift für angewandte Entomologie 91:149-154.

KÖHLER, G. (1984): Untersuchungen zum Schlupfpolymorphismus und dessen intrapopularen Folgen bei *Chorthippus parallelus* (Zetterstedt) (Orthoptera: Acrididae). – Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere 110: 31-44.

PADGHAM, D. E. (1981): Hatching rhythms in the desert locust, *Schistocerca gregaria*. – Physiological Entomology 6: 191-198.

PICKFORD, R. (1966): The influence of date of oviposition and climatic conditions on hatching of *Camnula pellucida* (Scudder) (Orthoptera: Acrididae). – Canadian Entomologist 98: 1145-1159.

PICKFORD, R. (1976): Embryonic growth and hatchability of eggs of the two-striped grasshopper, *Melanoplus bivittatus* (Orthoptera: Acrididae), in relation to date of oviposition and weather. – Canadian Entomologist 108: 621-626.

REINHOLD, K. (1998): Light effects on larval hatching in the bushcricket species *Poecilimon veluchianus* (Orthoptera: Phaneropteridae). – Entomologia Generalis 22 (3-4): 205-209.

REMMERT, H. (1962): Der Schlüpfrhythmus der Insekten. – Franz Steiner Verlag GmbH, Wiesbaden, 73 S.

RUBTZOV, I.A. (1935): Regularities in the development and behaviour of Siberian Acrididae in connection with climatic factors [Ru]. – Izv. Akad. Nauk SSSR 1935: 789-824.

TOMIOKA, K., WAKATSUKI, T., SHIMONO, K. & Y. CHIBA (1991): Circadian control of hatching in the cricket, *Gryllus bimaculatus*. – Journal of Insect Physiology 37 (5): 365-371.

UNSICKER, S.B., FRANZKE, A., SPECHT, J., KÖHLER, G., LINZ, J., RENKER. C., STEIN, C. & W.W. WEISSER (2010): Plant species richness in montane grasslands affects the fitness of a generalist grasshopper species. – Ecology 91 (4): 1083-1091.

UVAROV, B. (1977): Grasshoppers and Locusts. A Handbook of General Acridology. – Centre for Overseas Pest Research, London, 613 pp.

ZHAI, Y.J. (1985): Preliminary observations on *Patanga japonica* (I. Bol.) [Chines.]. – Insect Knowledge [Kunshong Zhishi] 22 (5): 202-204.